NOTE DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

Numéro 32

Applications de la recherche forestière
Service canadien des forêts
Centre de foresterie du Pacifique
Mars 2004

Technique de cartographie de l'impact du dendroctone du pin ponderosa

Michael A. Wulder, Steven E. Franklin, Robert S. Skakun et Caren C. Dymond

Importance stratégique

Les infestations de dendroctones du pin ponderosa, Dendroctonus ponderosae, constituent une profonde perturbation des peuplements mûrs de pins tordus latifoliés de l'Ouest de l'Amérique du Nord. Dans l'Intérieur centre de la Colombie-Britannique, les populations de dendroctones du pin ponderosa ont atteint des niveaux épidémiques. Par conséquent, la détection et la cartographie des arbres décimés par le dendroctone du pin ponderosa sont essentielles à l'aménagement efficace et rentable des forêts.

Actuellement, les arbres tués par le dendroctone du pin ponderosa sont détectés par des observateurs, à bord d'aéronefs, qui notent leur emplacement (figure 1). L'imagerie satellitaire offre des avantages par rapport aux relevés aériens parce que les données qu'elle permet d'obtenir sont continues, le traitement de celles-ci n'est pas biaisé et les données sur les emplacements sont géométriquement exactes. La présente Note décrit une technique de cartographie des arbres au stade rouge (arbres dont les aiguilles sont devenues rouges à la suite d'une grave infestation par le dendroctone du pin ponderosa), qui fait appel à l'imagerie satellitaire. Cette technique est connue sous le nom d'indice différentiel amélioré d'hydratation superficielle, ou EWDI (pour Enhanced Wetness Difference Index).

Figure 1 - Mélange d'arbres en santé et d'arbres infestés par le dendroctone du pin ponderosa. Les arbres rouges sont ceux dont les aiguilles se sont asséchées et sont devenues rouges (stade rouge). Après un certain temps, les aiguilles tombent (voir les arbres gris dans de la partie supérieure — au centre — de la photo).

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts

Natural Resources Canada
Canadian Forest Service

Canada

104-03457/

Figure 2 - Image de la région de Prince George provenant d'un capteur TM et acquise le 26 juin 2000.

Avantages de l'imagerie satellitaire

Un des avantages de l'utilisation d'images prises par satellite pour cartographier les arbres au stade rouge est qu'elles fournissent des données continues pour l'ensemble du paysage (figure 2). De cette façon, tous les arbres font l'objet d'un examen permettant de déterminer s'ils sont au stade rouge, et ce, quelle que soit leur accessibilité ou leur position dans un bassin hydrographique.

La cartographie par imagerie satellitaire est également avantageuse parce qu'elle est non biaisée. L'utilisation de techniques documentées réduit le risque que représente l'action d'une personne qui effectuerait le travail. Contrairement à l'interprétation visuelle, les résultats obtenus par imagerie satellitaire, dans différentes zones ou à des dates différentes, sont plus uniformes et plus fiables.

La plus grande fiabilité est également due à l'exactitude des données de localisation tirées de l'imagerie satellitaire. Le processus normal de prétraitement des images prises par satellite fournit des données qui peuvent être intégrées en toute confiance à des polygones d'inventaire forestier et à d'autres jeux de données spatiales (p. ex. à des cartes d'habitats).

Utilisation de l'imagerie satellitaire

L'imagerie satellitaire peut être utilisée en combinaison avec la technique nommée EWDI, qui a été conçue spécialement pour cartographier les arbres décimés par le dendroctone du pin ponderosa (Skakun et coll., 2003). Cette technique utilise la basse teneur en humidité des cimes d'arbres morts pour distinguer ceux-ci des arbres en santé. Le système est étalonné d'après des placettes au sol, de sorte que les résultats peuvent être rattachés à des activités qui s'y produisent. L'exactitude et la fiabilité de la carte obtenue sont vérifiées à l'aide de placettes semblables.

La technique de l'EWDI peut être utilisée pour mettre à jour des bases de données d'inventaires forestiers. Cela a été notamment le cas pour un paysage de 500 000 ha situé près de Prince George (C.-B.) afin de rendre compte de l'impact du dendroctone du pin ponderosa.

La première étape a consisté à obtenir des images satellitaires prises en 2000 et en 2001. En raison de la superficie de la zone, les coûts ont été réduits au minimum en utilisant des images à résolution de 30 m provenant du capteur Landsat TM (figure 2). On a noté un peu de changements dans le couvert forestier lors de la comparaison des images brutes d'une année à l'autre.

La deuxième étape a consisté à accentuer ces changements en calculant l'EWDI (figure 3).

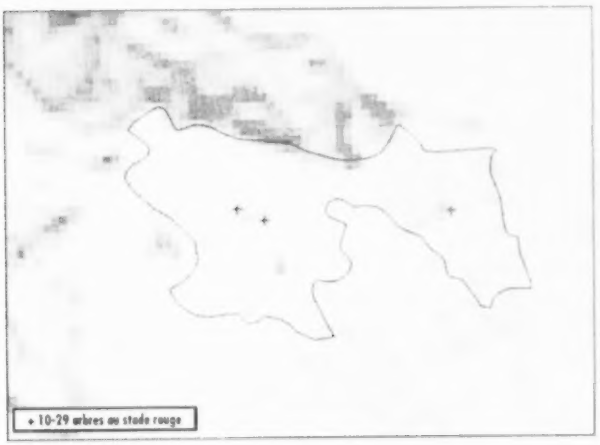

Figure 3 - Exemple d'utilisation de l'EWDI illustrant les changements (zone délimitée par un trait) dans un peuplement forestier. Les zones rouges sont devenues plus sèches. Les zones blanches et bleues sont demeurées inchangées ou devenues plus humides. Les croix correspondent à des points de localisation établis par relevé aérien qui représentent de petits groupes d'arbres au stade rouge.

La troisième étape a consisté à utiliser les observations au sol pour classer les zones d'arbres au stade rouge (figure 4).

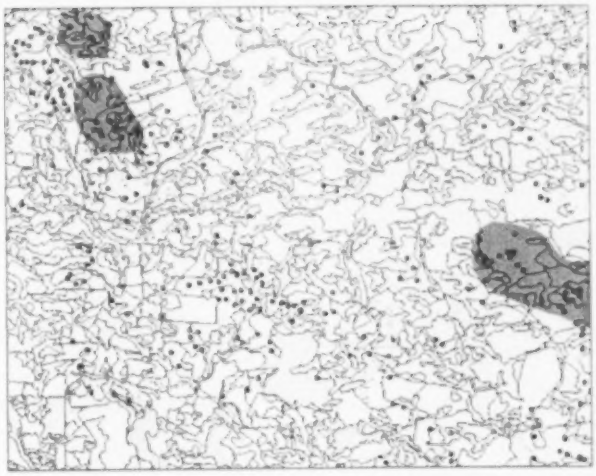

Figure 4 - Les points rouges correspondent à des cellules de 30 x 30 m contenant des arbres au stade rouge qui ont été détectés à l'aide de l'EWDI. Les données sous-jacentes montrent les polygones de l'inventaire forestier : vert = forêt exploitée; bleu = eau; jaune = blocs de coupe; gris = forêt improductive.

Le produit de ce classement a ensuite été comparé à des points de localisation établis par relevé aérien (hélicoptère) et recensant des peuplements qui contenaient des arbres au stade rouge. La carte s'est avérée exacte à 74 % (tableau 1).

Tableau 1 - Évaluation de l'exactitude du classement selon l'EWDI, fondé sur 180 points de localisation établis par relevé aérien.

	Exactitude d'utilisation[1]	Erreur commise[1]	Exactitude de production[2]	Erreur d'omission[2]
Forêt non infestée	72 %	28 %	80 %	20 %
De 10 à 29 arbres au stade rouge	73 %	27 %	67 %	33 %
De 30 à 50 arbres au stade rouge	78 %	22 %	75 %	25 %

1 L'exactitude d'utilisation indique jusqu'à quel point l'infestation au stade rouge serait sérieuse si on la transposait sur le terrain. Par exemple, dans 73 % des cas, les petits groupes d'arbres au stade rouge cartographiés correspondraient à la réalité sur le terrain. À l'inverse, 27 % des petits groupes d'arbres cartographiés ne seraient pas constitués d'arbres au stade rouge. Ce type d'erreur est nommé « erreur commise ».

2 L'exactitude de production indique la fiabilité de la carte établie. Par exemple, 67 % des points de localisation établis par relevé aérien, chacun représentant un petit groupe d'arbres au stade rouge, étaient bien indiqués sur la carte. Les autres 33 % manquaient. Ce genre d'erreur est nommé « erreur d'omission ».

Une fois les groupes d'arbres au stade rouge cartographiés, la dernière étape a consisté à intégrer les données obtenues à la base de données de l'inventaire forestier. On a utilisé la décomposition polygonale à cette étape. Les pixels représentant des groupes d'arbres au stade rouge ont été localisés à l'intérieur de chaque polygone, puis tabulés afin d'indiquer la superficie et la proportion des arbres touchés (figure 5). Avec pour résultat de l'information supplémentaire en format SIG que les aménagistes utilisent actuellement pour prendre des décisions.

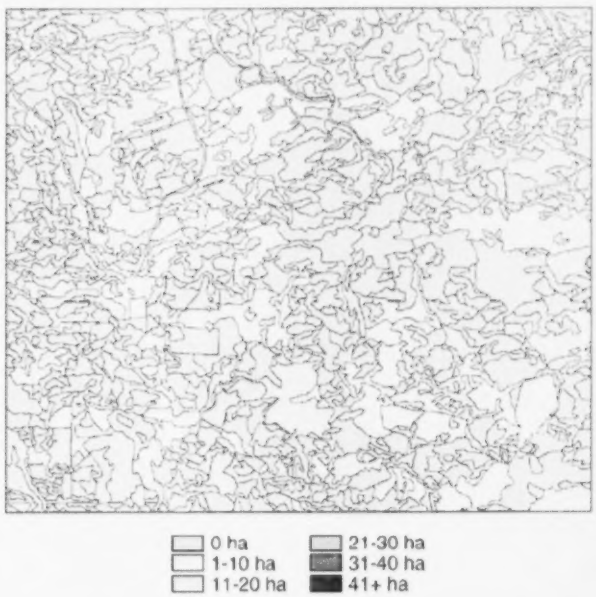

Figure 5 - Résultats de la décomposition polygonale montrant l'intégration de l'infestation au stade rouge détectée et l'inventaire forestier. Les couleurs illustrent les zones (en ha) d'arbres au stade rouge à l'intérieur d'un polygone.

Conclusion

L'indice différentiel amélioré d'hydratation superficielle et l'imagerie satellitaire peuvent être utilisés pour cartographier des changements qui surviennent dans une forêt. Les inventaires forestiers peuvent être mis à jour afin de refléter ces changements, y compris les pertes en volume causées par le dendroctone du pin ponderosa.

À l'aide de ces données à jour, les aménagistes peuvent prendre des décisions visant la rentabilité en ce qui a trait à l'aménagement, comme celles relatives aux plans de récolte et de plantation. De plus, ils peuvent déterminer l'impact du dendroctone du pin ponderosa sur le volume ligneux. Ces données peuvent également être utilisées dans des modèles de croissance et de production, des examens de l'approvisionnement en bois et des plans d'aménagement du territoire.

Pour obtenir plus de renseignements sur la mise en œuvre de cette technique, consulter les documents suivants :

Franklin, S.E.; Wulder, M.A.; Skakun, R.; Carroll, A. 2003. Mountain pine beetle red-attack damage classification using stratified Landsat TM data in British Columbia, Canada. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69(3): 283-288.

Skakun, R.S.; Wulder, M.A.; Franklin, S.E. 2003. Sensitivity of the Thematic Mapper Enhanced Wetness Difference Index (EWDI) to detect mountain pine needle red-attack damage. Remote Sensing of Environment, 86(4): 433-443.

Wulder, M.A.; Franklin, S.E. 2001. Polygon decomposition with remotely sensed data: Rationale, methods, and applications. Geomatica, 55(1): 11-21.

Wulder, M.A.; Skakun, R.S.; Franklin, S.E. 2004. Mountain pine beetle red-attack polygon decomposition. Forestry Chronicle, sous presse.

Personne-ressource :

Mike Wulder
Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique
506 West Burnside Road
Victoria (C.-B.) V8Z 1M5
(250) 363-6090
Courriel : mwulder@pfc.cfs.nrcan.gc.ca

Remerciements :

La présente Note de transfert technologique a été financée dans le cadre du Programme sur le dendroctone du pin. Ce programme prend la forme d'un partenariat réunissant plusieurs organismes qui s'intéressent à l'épidémie de dendroctones du pin ponderosa en Colombie-Britannique. Il s'agit d'un programme quinquennal (2002-2007) d'une valeur de 40 millions de dollars.

(site Web : mpb.cfs.nrcan.gc.ca)

Nous remercions Tim Ebata, du ministère des Forêts de la Colombie-Britannique, d'avoir fourni les points de localisation établis par relevé aérien.

Pour de plus amples renseignements sur le Service canadien des forêts, on peut visiter le site Web à l'adresse suivante :

www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2004

ISSN 1209-6571 N° de catalogue Fo29-42/32-2004F • ISBN 0-662-76271-1
This publication is also available in English.

Canada